

# 大域的最適化による人体形状高速イメージング技術

Quasi-wavefront extraction algorithm for high-speed imaging of human bodies

松本浩志<sup>1</sup>  
Hiroshi Matsumoto

阪本卓也<sup>2</sup>  
Takuya Sakamoto

佐藤亨<sup>2</sup>  
Toru Sato

京都大学工学部電気電子工学科<sup>1</sup>  
School of Electrical and Electronic Eng., Kyoto University  
京都大学大学院情報学研究科通信情報システム専攻<sup>2</sup>  
Dept. of Communications and Computer Eng., Kyoto University

## 1 はじめに

UWB パルスレーダを用いた高速イメージング技術である SEABED 法は災害救助ロボットや室内警備システムなどのリアルタイム用途への応用が期待されるが、従来の研究 [1, 2, 3] では受信信号が干渉した場合での画像推定精度が十分でない。本研究では人体形状推定への応用を想定し、多干渉環境下において従来法よりも高速、高精度な擬似波面抽出法を開発する。

## 2 SEABED 法と擬似波面抽出

SEABED 法は、目標形状と伝搬遅延の間に可逆な変換関係が成り立つことを利用する。本研究では 2 次元空間における無指向性アンテナによるモノスタティックシステムを想定する。目標物体の座標  $(x, y)$  に対して、アンテナの座標  $(X, 0)$  と、アンテナから目標物体の散乱中心までの距離  $Y = ct/2$  ( $t$  は遅延時間,  $c$  は伝搬速度) からなる等位相面を擬似波面と呼び、これを抽出することで、逆境界散乱変換 [1] から目標物体の形状を推定することができる。

Sakamoto and Sato[1] は、極値を順次接続してゆく手法を、関 [2] はカルマンフィルタで干渉部分を補う手法を、Hantscher *et. al.*[3] は、極値を大きい順に差し引くことで干渉を除去する手法を提案している。だがこれらの手法では干渉部分の波形情報を有効に利用しておらず、擬似波面の推定精度が十分でない。

## 3 本研究の提案法

これらの問題点を解決するために、本研究では擬似波面抽出を最適化問題に帰着させる。まずその次数を低く抑えるために低自由度の  $M$  個のパラメータから  $B$  スプライン補間により得られた曲線を 1 つの擬似波面とする。したがって  $W$  個の擬似波面を生成するパラメータは  $M \times W$  行列  $V = (v_{ij})$  によって表される。ただし  $v_{ij}$  は  $X_i$  に対する  $Y$  の値である。この  $V$  によって生成される擬似波面に対応した生成信号と、実際の受信信号との残差が最小となるように  $V$  を決定する。

本研究では、遺伝的アルゴリズムの交叉と、焼きなまし法の要素を取り入れた探索を行う。まず整合フィルタにより  $v_{ij}$  の初期値を与え、以下の反復を行う。すなわち、一定確率  $p$  で 2 つの擬似波面に対する要素の一部を入れ替えるか、確率  $1-p$  で  $V$  の要素の一部を無作為に選び初期値に戻す。その後レーベンバーグ・マルカート法により最適化を行い、改善すれば  $V$  を更新する。

## 4 従来法と提案法による擬似波面抽出と画像化

上述の方法で  $M = 5, W = 4, p = 1/2$  とする。  $V$  の初期値の与え方は [3] の方法を採用する。初期値を図 1 に四角印で示す。但し、点同士の接続はこの時点では未知である。これに対して提案法により最終的に最適化された擬似波面の一例を図 1 の丸印で示す。各曲線は  $B$  スプラインの出力である。従来法では困難であった多干渉条件下での擬似波面の正確な分離に成功した。図 2 に計算回数と評価値の関係を示す。同図より提案法は単純なランダム探索より約 2.9 倍の高速化を実現することがわかる。

## 参考文献

- [1] T. Sakamoto and T. Sato, IEICE Commun., vol. E87-B, pp.1357-1365, 2004.
- [2] 関鷹人, 木寺正平, 阪本卓也, 佐藤亨, 電子情報通信学会総合大会予稿集, B-1-41, 2007.
- [3] S. Hantscher *et. al.* Proc. 2007 IEEE Intl. Conf. Ultra-Wideband, W04, 2007.

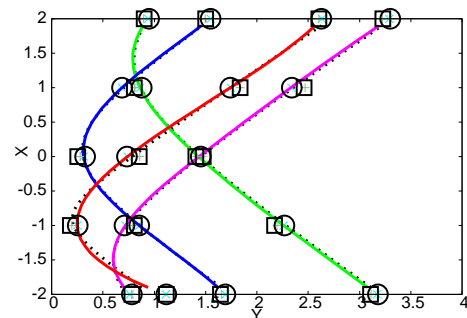


図 1 提案法により最終的に推定された擬似波面

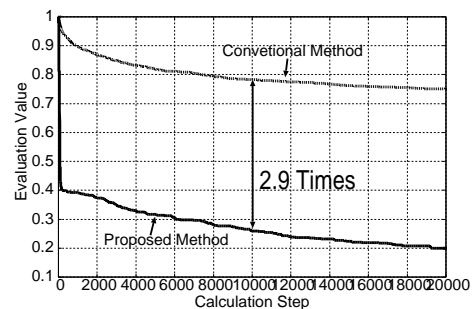


図 2 探索効率の比較